Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Berlin
Abteilung: Konservierende Abteilung
(Leiter: Professor Dr. Wannenmacher).

Ein Beitrag zur Behandlung des kariösen Zahnbeins, insbesondere bei Milchzähnen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des zahnärztlichen Doktorgrades an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Hans Lederle
appr. Zahnarzt in Freiburg i. Br.

Tag der Promotion: 31. Juli 1939

Buchdruckerei und Verlag Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21.

M 112

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Siebeck

Referent: Prof. Dr. Wannenmacher

Korreferent: Prof. Dr. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Jeder einzelne Zahn ist ein wichtiges, lebendes Organ des gesamten Organismus. Diese Erkenntnis läßt keinen Zweifel darüber, wie äußerst notwendig es ist, daß jedes dieser Organe mit seinen engen Wechselbeziehungen zum Gesamtorganismus erhalten werden muß. Solange die Pulpa gesund erhalten bleibt, ist diese Forderung erfüllt. Aeußerst zahlreich sind jedoch die Fälle, in welchen zur Wurzelbehandlung geschritten werden muß. Bei sicherer Erfolgsmöglichkeit könnte die damit verbundene Störung der biologischen Vorgänge noch hingenommen werden. Leider ist jedoch bis auf den heutigen Tag ein sehr hoher Prozentsatz der Wurzelbehandlungen zum Mißerfolg verurteilt. Es bleibt abzuwarten, ob in dieser Richtung überhaupt noch besondere Fortschritte zu erwarten sein werden, denn die Mißerfolge sind wohl weniger auf die Methoden der Anwendung und die Wahl der Wurzelfüllmittel zu buchen, vielmehr auf die für die Behandlung bedeutungsvollen anatomischen Verhältnisse.

„Die Hohlräume im Zahn (Kronencavum und Wurzelkanäle) sind nicht eben zufällig mit der Pulpa ausgefüllt, so daß sie ebenso gut mit einer fremden Substanz ausgefüllt werden könnten. Dem ist nicht so, denn nach Entfernung der Pulpa handelt es sich nicht um allseitig verschlossene Hohlräume, sondern diese stellen einen Zugang von der Außenwelt zum apikalen Paradentium, zum Knochen, also zum Organismus dar. Und das ist für die ganze Frage der Pulpa- und Wurzelbehandlung das Ausschlaggebende. (Wannenmacher).“

Untersuchte Zähne pulpentot, wurzelbehandelt	Rö.-Befund negativ	Rö.-Befund positiv a) Verbreiterung des Periodontalspaltes	b) deutliche Herdbildung
800	217	154	429
	ca. 27%	18%	54%

Diese Tabelle (nach Wannenmacher) zeigt, wie ungeheuer groß die Zahl der pathologischen Veränderungen bei pulpentoten und wurzelbehandelten Zähnen ist. Nur 27% der untersuchten Zähne zeigten keine röntgenologisch feststell-

baren Veränderungen. Ueber die Hälfte wiesen deutliche Herdbildung auf. Wenn auch anzunehmen ist, daß ein Großteil der 72% klinisch reaktionslos bleibt, und auch beim überwiegenden Teil keine Herdinfektion eintreten wird, so müssen aber anderseits doch die gesamten röntgenologischen Veränderungen für den Gesamtorganismus als äußerst gefahrvoll betrachtet und deshalb entfernt werden, sei es durch chirurgische Eingriffe oder Extrkationen.

Molaren	Mortalamputation nach As-Devitalisation	Exstirpation der Pulpa nach As-Devitalisation
Ohne Röntgenbefund	58,0%	52,5%
Verbreiteter Periodontalspalt ..	21,5%	25,0%
Röntgenologisch sichtbarer Herd	20,0%	22,5%

Obige Tabelle (nach A. Schell) veranschaulicht den hohen Prozentsatz der Mißerfolge bei Wurzelbehandlungen an sich. Die Rubrik 2 (verbreiterter Periodontalspalt) soll hier unberücksichtigt bleiben, da diese Befunde wegen ihrer starken Abhängigkeit von den Projektionsverhältnissen als unzuverlässig zu betrachten.

Ebenso ohne Belang ist hier die Unterteilung in Amputation und Exstirpation der Pulpa. Aus der Tabelle ist klar ersichtlich, daß über 20% der wurzelbehandelten Molaren Herde aufweisen, die Wurzelbehandlungen also schon nach den röntgenologischen Untersuchungen zu einem guten Fünftel erfolglos sind. Nach einer zweiten Tabelle (einwurzelige Zähne und Prämolaren) sind die Verhältnisse um etwa 5% günstiger, wohl durch die günstigeren anatomischen Verhältnisse bedingt. In der Kinderbehandlung sind die Mißerfolge noch weit zahlreicher. Der Hauptgrund liegt in den bedeutend größeren Schwierigkeiten, bei den kleinen, unruhigen Patienten eine völlig aseptische Behandlung durchführen zu können. Ferner sind die für eine Wurzelbehandlung in diesem jugendlichen Alter ungünstigen anatomisachen Verhältnisse maßgebend (noch nicht völlig ausgewachsene Wurzeln, weites Foramen apicale usw.). So haben sich z. B. bei Nachuntersuchungen etwa 2 Jahre nach der Behandlung durch die NSV.-Jugendzahnpflege in der bayrischen Ostmark bis zu 40% Mißerfolge ergeben (durch Röntg-

genbefund festgestellt). In der Kinderbehandlung ist neben kaufunktionellen Gründen eine möglichst vollständige Erhaltung des Milchgebisses vor allem aus orthodontischen Gesichtspunkten dringend notwendig. Die Erfolgsaussichten der Wurzelbehandlung sind hier als äußerst gering zu bezeichnen. In den meisten Fällen ist sie überhaupt undurchführbar, da klinisch nicht festgestellt werden kann, ob und wieweit bereits eine Resorption der Wurzeln stattgefunden hat. Das Alter der Patienten kann keine genauen Anhaltspunkte geben, da die Resorptionsvorgänge zu großen zeitlichen Schwankungen unterworfen sind. Eine Behandlung der Wurzel bedeutet hier lediglich nur eine Gefahr für den bereits angelegten bleibenden Zahn.

Um diese unbefriedigenden Resultate der Wurzelbehandlung zu verbessern, suchte man schon seit langem Mittel und Wege, die Pulpa, wo es nur irgend ging, ganz oder wenigstens teilweise vital zu erhalten. Es sind zweifelsohne in letzter Zeit durch Ueberkappungen der freigelegten, uninfizierten Pulpa, sowie durch Vitalamputationen gewisse Erfolge erzielt worden. Kundert und F. Hofmann berichten über 82 bis 85% Erfolge bei Ueberkappungen und Vitalamputationen. Es handelt sich hierbei um völlig gesunde Pulpen und meist jugendliche Patienten, wo naturgemäß mit großer Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit der Pulpa gerechnet werden kann. Im Gegensatz zu Heß, Kundert und Hofmann unternehmen Greth und Langer Versuche bei Pulpen, die klinisch als akut partiell entzündet diagnostiziert waren. Sie berichten über 50% Mißerfolge. Es ist nun in der Praxis äußerst schwer festzustellen, ob eine Pulpa noch völlig gesund ist oder wie weit eine Entzündung bereits vorliegt.

Wannenmacher, der diese Fragen eingehend erörtert hat, schreibt hierüber:

„Aus diesen Feststellungen ergibt sich leider zwangsläufig die Tatsache, daß die Vitalamputation der entzündeten Pulpa praktisch noch eine geringe Erfolgsmöglichkeit bietet. Theoretisch müßte zum Mindesten im gleichen Prozentsatz wie bei gesunden Pulpen auch bei den partiellen Pulpitiden ein Erfolg möglich sein; die Unsicherheit liegt darin begründet, daß die klinische Diagnostik der Pulpaerkrankungen nicht zuverlässig genug ist. Sollten weitere Fortschritte auf dem äußerst wichtigen Gebiet der Vitalamputation gemacht werden, so ist in erster Linie notwendig, daß zuverlässigere diagnostische Methoden und Hilfsmittel für die Er-

krankungen der Pulpa erfunden werden. Man kann selbstverständlich heute chon auch bei partiellen Pulpitiden die Vitalamputation durchführen, wird sie aber in diesen Fällen immer als Versuch bewerten und den so behandelten Zahn für längere Zeit unter Kontrolle halten müssen."

Die Vitalamputation weist also einen praktischen Erfolg nur bei völlig gesunden Pulpen auf. Die 15—20% Mißerfolge hierbei sind also ziemlich hoch, handelt es sich doch um Schäden, die durch den Eingriff gesetzt werden; außerdem handelt es sich um Versuche an jugendlichen, reaktionsfähigen Patienten. In der Praxis, wo auch Schwierigkeiten in behandlungstechnischer Hinsicht vermehrt auftreten, dürfte der Prozentsatz noch höher ausfallen. In der Milchzahnbehandlung ist die Vitalamputation als ungeeignet zu betrachten.

Um eiene Eröffnung des Cavums oder eine Verletzung der Pulpa überhaupt zu vermeiden und somit die Reparation dieses Organes in einer der oben aufgezeigten Methoden zu umgehen, hat man schon seit langem versucht, kariöses oder erweichtes Dentin in der Kavität zu belassen. Man hat bewußt auf die grundlegende Forderung der Kavitätenpräparation verzichtet. Diesen Fehler suchte man auszugleichen, indem man das erweichte und teilweise noch kariöse Zahnbein mit argetum nitricum behandelte und auf diese Weise imprägnierte. Ebenso suchte man mit Thymol, schließlich auch mit Xylol die Bakterien unschädlich zu machen. Ein dauernder Erfolg blieb jedoch allen diesen Mitteln versagt, sei es, daß Pulpenschädigungen durch Verätzung auftraten, indem das argentum nitricum bis in die Pulpa diffundierte, oder daß die Unschädlichmachung der Bakterien durch die anderen Mittel nicht gelang.

Die Imprägnierungsfrage trat in ein entscheidendes Stadium durch die Schrödersche Methode der Imprägnierung des kariösen Dentins mit Tiranal.

Schröder schreibt darüber:

„Es handelt sich um eine Imprägnierung mit einem stark diffundierenden, flüssigen Mittel, das das cariöse Zahnbein bis in seine letzten Ausläufer, also eventuell bis zur Pulpa durchdringt, ohne diese zu schädigen und es in eine harte feste Masse umwandelt, die kein Nährsubstrat mehr für Bakterien bildet, also faulnisunfähig und vor jeder Autolyse geschützt ist." (Zahnärztl. Rundschau Nr. 36, 1931.)

Weiter schreibt er:

„Das wirksame Prinzip ist ein Kieselsäureester, dem besondere Stoffe zugesetzt sind, die dazu dienen, die Wirkung des Mittels zweckmäßig ab-

zugrenzen und Gärung und Fäulnis sofort nach der Applikation auszuschalten; es sind leichtlösliche Harze und Chloramine."

Die bakteriologischen Untersuchungen von Michaelis haben bewiesen, daß die Anorganisierung des erweichten, cariösen Dentins, das man als Schutzschicht für die Pulpa in der Cavidität belassen kann, ohne dadurch ihre Vitalität zu gefähreden, erreicht wird. Ebenso berichten Naupert und Wilhelm über günstige Resultate bei Versuchen mit Tiranal.

Wilhelm schreibt zusammenfassend:

„Ich bin davon überzeugt, daß man bei sorgfältiger Behandlung und bei richtiger Auswahl der Fälle unbedingt zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Darunter verstehe ich die Anorganisation der in Frage kommenden cariösen Zonen ohne Beeinträchtigung der Vitalität der Pulpa."

Weiter berichten über gute Erfahrungen mit Tiranal: Wannenmacher, Lehner, Davidoff, Vonhaus, Stark, Jung.

Diese zweifellos günstigen Ergebnisse bedingen jedoch eine vorherige Beachtung gewisser Faktoren, die auszuschalten nicht immer einfach sind.

Um eine erfolgreiche Imprägnierung durchzuführen, sind nach Wilhelm folgende Punkte zu befolgen:

„1. Man entferne die gröbsten cariösen Massen, und zwar mit dem Excavator. Es läßt sich dabei die Benutzung des Bohrers auf das äußerste einschränken. Ich habe vom Bohrer vor der ersten Einlage kaum Gebrauch gemacht.

2. Die cariöse Höhle muß vor der Applikation mit warmem Wasser ausgespült werden, damit der Säuregehalt herabgesetzt wird. Das Tiranal ist säureempfindlich, beim Zusammentreffen mit der in allen cariösen Defekten befindlichen Milchsäure würde das Präparat einen guten Teil seiner Widerstandskraft einbüßen, es würde durch Aufspaltung reaktionslos werden. (Schröder.)

3. Aus demselben Grunde muß auch die Cavität so trocken als möglich sein. Hilfsmittel zur Erreichung dieses Zieles sind Zellstoff und Warmluftbläser. Zellstoff ist der Watte vorzuziehen, weil er schneller und besser die Feuchtigkeit aufsaugt.

4. Das Imprägnieren, d. h. das Beschicken der Cavität mit Tiranal soll mit Hilfe einer Tropfpinzette geschehen. Man wiederhole das Auftragen in kurzen Zeitabständen mehrere Male. Es lassen sich dadurch oft weitere Einlagen ersparen.

5. Ein mit Tiranal getränkter Wattebausch wird in die Cavität gebracht und dann mit Phosphatzement verschlossen. Zu beachten ist, daß man die Watteeinlage so groß als möglich wählt, um beim Aufbohren des Verschlusses dem Patienten keine unnötigen Schmerzen zu bereiten."

Als provisorisches Verschlußmittel soll Phosphatzement verwandt werden, da es nach Schröder das Mittel ist, das die Wirksamkeit des Tiranals am Wenigsten beeinträchtigt. Naupert, der vergleichende Versuche mit provisorischen Verschlußmitteln aufgestellt hat, bestätigt diese Forderung. Ein weiterer, wichtiger Grund für die Verwendung des Phosphatzements sieht Wilhelm darin, daß durch seine Klebekraft auch ohne besondere Cavitätepräparation ein fester Halt der Einlage gewährleistet wird, was bei der hohen Aetzwrikung des Tiranals unbedingt notwendig ist. Schröder warnt vor einer Benetzung der Schleimhaut mit Tiranal. Als wirksames Schutzmittel empfiehlt er das Einfetten der umgebenden Schleimhautpartien des Mundes mit Vaseline. Autoren, wie Jung und Triebel weisen ebenfalls auf die starken Aetzwirkungen hin; sie sprechen von einer Verkieselung des Epithels. Was die Häufigkeit der einzelnen Einlagen anbetrifft, so richten diese sich nach Größe und Tiefe des cariösen Defektes. Nach Wilhelms Erfahrungen genügen im allgemeinen 3 Einlagen.

Die restlose Erfüllung aller dieser Punkte ist nun in der Praxis mit mehr oder weniger großen Schwierigkeiten verbunden. Bei Erwachsenen ist sie wohl im allgemeinen durchführbar, in der Kinderbehandlung, vor allem bei der Behandlung von Milchzähnen sind die Verhältnisse jedoch wesentlich anders. Wilhelm führt hiergegen die übliche Methode der Tiranalbehandlung folgende Punkte auf:

„1. Bei einem Kinde wird es kaum gelingen, die Cavität so lange trocken zu halten, wie es für eine Tiranaleinlage erforderlich ist.

2. Bei den kleinen, unruhigen Patienten ist die Verätzungsgefahr sehr groß. Ich erinnere in diesem Zusammenhang an die so häufigen approcimalen Cavitäten im Milchgebiß, die eine Uebersicht oft erschweren, so daß das Tiranal unbemerkt in den Approximalraum gelangen kann.

3. Das Aufbohren einer Einlage unter Phosphatzementverschluß bietet bei Kindern erhebliche Schwierigkeiten.

4. Schließlich kommt als erschwerendes Moment noch hinzu, daß der Milchzahn wegen seiner Dentinstruktur eine besonders große Zahl von Einlagen verlangt, ehe es zur restlosen Anorganisierung kommt!"

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten hat Wilhelm die Behandlungsweise hier geändert.

„In allen Fällen wurde zunächst versucht, die Cavität mit Hilfe von Schleifsteinchen abzuflachen, um damit die Caries, so weit es ging, zu

entfernen. Dann wurde der Zahn trockengelegt und die Cavtiät möglichst mehrmals hintereinander mit einem mit Tiranal befeuchteten Wattebausch imprägniert. Anschließend wurde der Zahn sofort mit Phosphatzement verschlossen. Trotz der nur einmaligen Tiranalbehandlung trat aber doch eine partielle Anorganisierung des Dentins ein. Außerdem wurde durch die bakterizide Wirkung des Präparats der Caries größtmöglicher Einhalt geboten. Schließlich soll noch erwähnt werden, daß nach neuester Forschung auch dem Phosphatzement ein wachstumshemmender Einfluß auf alle Säurebildner zugeschrieben wird.

Es ist zu erwarten, daß das Fortschreiten der Caries nach der angegebenen Behandlung soweit gehemmt wird, daß der Milchzahn seine Aufgabe inzwischen erfüllen kann, ehe seine Pulpat der Caries zum Opfer fällt."

Genaue Versuche hierüber und Nachuntersuchungen hat Wilhelm nicht aufgestellt.. Die Frage, ob dieses Vorgehen einen dauernden Erfolg gewährleistet, muß also vorläufig offen gelassen werden.

Bei diesen Betrachtungen über Tiranal muß schließlich auch noch folgende bis heute noch nicht geklärte Frage eingegangen werden. Lehner, Flohr und andere Autoren haben in zahlreichen Versuchen nachgewiesen, daß eine Pulpenschädigung nicht eintritt, wenn das Tiranal auf cariöses Dentin gebracht wird. Wird es jedoch auf gesundes Dentin in Pulpanähe appliziert, sind die Verhältnisse anders. Einige Autoren, die hierüber zahlreiche Versuche unternommen haben, sprechen von schweren Schädigungen der Pulpa. Andere bezeichnen diese gleichen Veränderungen als weniger bedeutend. Die Möglichkeit, daß hier Schädigungen auftreten können, ist also vorhanden. Wenigstens ist das Gegenteil nicht erwiesen.

Es sind in der Praxis die Fälle doch außerordentlich häufig, in welchen in Pulpanähe in einem Abschnitt der Cavität wohl cariöses Dentin vorhanden ist, während der übrige Teil des Cavitätenbodens eine dünne Schicht völlig gesunden Dentins über der Pulpa aufweist. In diesen Fällen wären also eventuelle schädliche Einwirkungen auf die Pulpa nicht ausgeschlossen.

Ein wichtiger Faktor, der vor allem in der Sozialpraxis, viel mehr aber noch in der Jugendzahnpflege eine entscheidende Rolle spielt, ist die Unwirtschaftlichkeit des Tiranals infolge seines hohen Preises und der starken Verdunstung bei Luftzutritt. Gerade in der Jugendzahnpflege ist bei der häu-

figen Indikation ein wirtschaftliches Imprägnierungsmittel dringend notwendig.

Das bereits erwähnte argentum nitricum, das auch in seiner praktischen Anwendung wenig Schwierigkeiten bietet, würde diesen Forderungen entsprechen. Es ist billig, sparsam im Gebrauch, erfordert nur ein einmaliges Beschicken der Cavität und hat eine sehr gute Imprägnierungsfähigkeit. Diese beruht auf dem einfachen chemischen Vorgang, daß sich beim Zusammentreffen von Argentum nitricum-Lösung mit Eiweiß Silber-Eiweißverbindungen bilden. Wird also diese Lösung auf erweichtes, kariöses Dentin gebracht, so bildet sich ein Silberniederschlag, dessen Stärke vom Grade der Dentinerweichung abhängig ist. Dieser Silberspiegel verhindert jeden weiteren Fortschritt der Karies, indem er den Bakterien jegliche weitere Lebensbedingung entzieht und auch jeden Nachschub von außen verhindert. Die kranke, organische Substanz wird so gewissermaßen mit einer anorganischen Schutzschicht umgeben.

Leider ist trotz dieser günstigen Eigenschaften die Verwendung dieses Mittels nur in gewissen Fällen angebrcaht. Bei fortgeschrittener Karies ist die Gefahr der Pulpenschädigung sehr groß, weil das argentum meist bis in die Pulpa vordringt und dort ungünstige gewebsschädigende Wirkungen entfacht. Ihre Anwendung ist nur dann indiziert, wenn noch eine starke Schicht gesunden Dentins über der Pulpa vorhanden ist.

Die Notwendigkeit, gerade in Fällen fortgeschrittener Karies dieses an und für sich ideale Imprägnierungsmittel verwenden zu können, stellte die dringende Forderung, die Gefahr der Pulpenschädigung restlos zu beseitigen. Das zu weite Vordringen des Silberniederschlags mußte verhindert werden. In neuerer Zeit wurde diese Aufgabe nun gelöst, indem man durch Reduktion der Silbernitratlösung mit Eugenol oder einem anderen Reduktionsmittel gleich nach ihrer Applikation das zu weite Vordringen des Silberspiegels verhindert. Man läßt zunächst die Lösung eine gewisse Zeit lang einwirken, anschließend bringt man genau so lange einen z. B. in Eugenol getränkten Wattebausch in die Cavität ein. Die Silbernitratlösung wird reduziert, sie dringt nur bis zu einer gewissen Zone vor; darüber hinaus findet sich kein Silber mehr, der Niederschlag ist klar abgegrenzt. Eine gewisse Gefahr bestand aber noch

weiterhin. Aus jeder Silbernitratlösung spaltet sich nach kurzer Zeit Salpetersäure ab. In Pulpanähe oder in entmineralisiertem Dentin kann nun die Säure über die Imprägnierung hinaus bis zur Pulpa vordringen und sie schädigen.

Durch Verwendung einer ammoniakalischen Silbernitratlösung, wie sie neuerdings u. a. auch von Wannenmacher empfohlen wird, hat man nun auch diesen Faktor ausgeschaltet, da ein Freiwerden von Salpetersäure so von vornherein unterbunden ist. Es handelt sich um eine mit Ammoniak versetzte Lösung von folgender Herstellungsweise:

3 Gramm Silbernitrat werden in 1 ccm destilliertem Wasser im Wasserbad vorsichtig erwärmt. Dieser Lösung wird tropfenweise Ammoniak zugesetzt, bis Silberoxyd anfängt auszufallen. Das tropfenweise Zugeben von Ammoniak wird solange fortgesetzt, bis der Niederschlag sich wieder gelöst hat.

Wannenmacher hat mit dieser Lösung befriedigende klinische Erfahrungen gemacht. Die Resultate waren sowohl bei bleibenden wie bei Milchzähnen zufriedenstellend. Bei den ersteren störten lediglich die starken Verfärbungen, während diese in der Milchzahnbehandlung ja keine wesentliche Rolle spielen.

Die folgenden Versuche sollen beitragen, darüber Aufschluß zu geben, ob auch die histologischen Befunde die guten klinischen Erfahrungen rechtfertigen.

Insgesamt 30 Zähne wurden mit ammonikalischer Silbernitratlösung imprägniert. Bei 17 weiteren Zähnen wurde zu Vergleichszwecken Argentum-nitricum-Lösung angewandt.

Wannenmacher empfiehlt folgende Behandlungsmethode, nach der auch hier vorgegangen wurde:

„1. Excavieren der Cavität,
2. Trockenlegen des betreffenden Zahnes mittels Watterollen,
3. Auswaschen der Cavität mit Alkohol und Trocknen mit Warmluft,
4. Entfetten der Cavität mit Xylol,
5. Einbringen eines Wattebausches, der mit der Imprägnierungslösung getränkt ist. Nach einer Minute Einwirkungsdauer Entfernung des Bausches,
6. Reduzieren mit Eugenol durch Einbringen eines in Eugenol getränkten Wattebausches, Einwirkungszeit: 1 Minute."

Die mit Silbernitratlösung beschickten Zähne wurden in der gleichen Weise behandelt. Lediglich wurde bei einigen völlig excavierten Cavitäten nicht reduziert.

Die Versuche wurden sowohl mit bleibenden wie auch mit Milchzähnen angestellt. Ein Teil wurde gleich anschließend an die Reduktion extrahiert, während bei den restlichen Zähnen noch 1—9 Tage mit der Extraktion gewartet wurde. Nach der Extraktion wurden sie in 10prozentiger Formalinlösung aufbewahrt. Ferner wurden noch Unterschiede in der Vorbereitung der Cavitäten gemacht. Zum Teil wurde die Präparation so ausgeführt, wie es beim Legen einer Füllung üblich ist, während im übrigen noch erweichtes Dentin zurückgelassen wurde.

Die folgenden Tabellen geben eine Uebersicht, wie bei den Imprägnierungen im Einzelnen vorgegangen worden ist.

Versuche am Patienten.

Zur Erläuterung:

M.Z. = Milchzahn.
Bl.Z. = Bleibender Zahn.
Excavation ganz = Vorbereitung der Cavität wie bei Füllungen.
Excavation teilweise = Zurücklassen von erweichtem Dentin.

1. Imprägnierung mit Silbernitratlösung.

	Zahn	Excavation	Reduktion	Extraktion	Befund des Niederschlags vor der Extraktion
1.	Bl.Z.	ganz	—	sofort	schwach
2.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	intensiv
3.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
4.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
5.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	intensiv
6.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
7.	M.Z.	ganz	—	n. 4 Tagen	schwach
8.	M.Z.	ganz	—	n. 1 Tag	schwach
9.	M.Z.	ganz	—	n. 5 Tagen	deutlich
10.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	intensiv
11.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	intensiv
12.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	deutlich
13.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 5 Tagen	deutlich
14.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	intensiv
15.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	deutlich
16.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 8 Tagen	intensiv
17.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 8 Tagen	intensiv

Imprägnierungen mit ammonikalischer Silbernitratlösung.

	Zahn	Excavation	Eugenol-Reduktion	Extraktion	Befund des Niederschlags vor der Extraktion
1.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	sehr intensiv
2.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	intensiv
3.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	sehr intensiv
4.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 3 Tagen	sehr intensiv
5.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	deutlich
6.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
7.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	intensiv
8.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 1 Tag	sehr intensiv
9.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	intensiv
10.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
11.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	intensiv
12.	Bl.Z.	ganz	reduziert	n. 2 Tagen	intensiv
13.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich
14.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 2 Tagen	intensiv
15.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 2 Tagen	sehr intensiv
16.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	sofort	sehr intensiv
17.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 8 Tagen	sehr intensiv
18.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	sofort	sehr intensiv
19.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 6 Tagen	intensiv
20.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 3 Tagen	sehr intensiv
21.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 4 Tagen	sehr intensiv
22.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	n. 4 Tagen	sehr intensiv
23.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 4 Tagen	sehr intensiv
24.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 4 Tagen	intensiv
25.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	sehr intensiv
26.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 5 Tagen	intensiv
27.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	sehr intensiv
28.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	sehr intensiv
29.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 8 Tagen	sehr intensiv
30.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 8 Tagen	intensiv

Die letzte Spalte der Tabellen zeigt die makroskopischen Befunde der Imprägnierungen vor der Extraktion. Gleich nach dem Imprägnieren war festzustellen, daß die Niederschläge bei den reduzierten Zähnen viel intensiver waren; vor allem ergab die ammoniakalische Silbernitratlösung nach der Reduktion einen sofort sichtbaren, ausgeprägten Niederschlag. Gesundes Dentin zeigte nur geringen Silberniederschlag, was sich daraus erklärt, daß hier wenig freies Eiweiß vorhanden ist. Der Zahnschmelz blieb von jeglichen Abscheidungen frei. Die Silbernitratlösung ohne anschließende Reduktion war auf gesundem Dentin erst nach längerer Zeit feststellbar.

Laboratoriumsversuche.

Im Laboratorium wurden 30 der extrahierten Zähne geschliffen; von den 17 übrigen wurden Schnitte angefertigt.

Die Schliffe zeigen das Vordringen der Silberausscheidungen aus Dentin und geben Aufschluß über dessen Zustand sowie über Qualität, Abgrenzung und Stärke der Imprägnierung, während die Schnitte neben diesem vor allem den Befund der Pulpa darlegen. Die Stärke des Silberniederschlages sowi eseine Entfernung vom Pulpencavum wurden gemessen. Die Messungen wurden jeweils an den ungünstigsten Stellen vorgenommen, d. h. dort, wo die Imprägnierung am stärksten und der Abstand von ihr zur Pulpa am geringsten war.

(Leitzmikroobjektiv, Tubuslänge 170 mm;
Objektiv 3; Okular 6×;
1 Teilstrich = 15,6 μ = 0,0156 mm).

I. Schliffe.

A. Imprägnierung mit Silbernitratlösung.

	Zahn	Excavation	Reduktion	Extraktion	Imprägnierung Befund	Imprägnierung Stärke in mm	Imprägnierung Abstand v. Pulpa
1.	Bl.Z.	ganz	—	sofort	deutlich. Niederschlag, nicht scharf abgerenzt	0.23	5,30
2.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0.90	0,93
3.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0.20	0.80
4.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0,46	0,20
5.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	deutlich. Niederschlag, klar abgegrenzt	0,20	0,93
6.	M.Z.	ganz	—	n. 1 Tag	deutlich. Niederschlag, nicht klar abgegrenzt	0.31	1.71
7.	M.Z	ganz	—	n. 5 Tagen	Niederschlag gering, klar abgegrenzt	0.20	0.93
8.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0,23	4.70
9.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0.46	0.62
10.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0.20	0.08
11.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	0.31	0.28
12.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 5 Tagen	Niederschlag intensiv, klar abgegrenzt	1.87	0.78

B. Imprägnierungen mit ammoniakalischer Silbernitratlösung.

	Zahn	Excavation	Reduktion	Extraktion	Imprägnierung Befund	Imprägnierung Stärke in mm	Imprägnierung Abstand v. Pulpa
1.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,20	0,62
2.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,62	1,17
3.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,46	1,56
4.	M.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	1,56	0,78
5.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	1,40	0,70
6.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,55	0,62
7.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,31	0,20
8.	MZ..	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,31	1,24
9.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag schwach, scharf abgegrenzt	0,03	1,56
10.	Bl.Z.	ganz	reduziert	n. 2 Tagen	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,20	1,24
11.	M.Z.	ganz	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,62	0,47
12.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 2 Tagen	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,31	0,62
13.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,62	0,23
14.	Bl.Z.	teilweise	reduziert	sofort	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,46	1,40
15.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 3 Tagen	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	0,94	1,23
16.	M.Z.	ganz	reduziert	n. 3 Tagen	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,94	1,40
17.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 3 Tagen	Niederschlag deutlich, scharf abgegrenzt	0,20	1,23
18.	M.Z.	teilweise	reduziert	n. 3 Tagen	Niederschlag intensiv, scharf abgegrenzt	1,10	0,78

Tabelle I A zeigt, daß die histologischen Befunde den makroskopischen Beobachtungen entsprechen . In den Fällen, in welchen nicht reduziert wurde, sind die Niederschläge nicht scharf abgegrenzt. Wo es die Beschaffenheit des Dentins zuließ (entmineralisiertes Dentin), drangen die Silberausschei-

dungen weiter vor, hingegen in Fällen, wo reduziert worden war, fand sich eine scharfe klare Abgrenzung. Ueber die imprägnierte Zone hinaus waren hier keine Silberteilchen festzustellen. In gesundem Dentin zeigten sich die Imprägnierungen weniger intensiv. Bei den Schliffen, bei welchen ammoniakalische Silbernitratlösung (Tabelle I B) angewendet worden war, ergaben sich durchweg klare, scharfe Abgrenzungen, die bis auf eine Ausnahme (Schliffkaries) im gesunden Dentin deutlich, im erweichten sehr intensiv waren.

II. Schnitte.

A. Imprägnierungen mit Silbernitratlösung.

	Zahn	Excav.	Redukt.	Extrakt.	Befund	Imprägnierung Stärke in mm	Abstand v. Pulpa	Befund der Pulpa
1.	Bl.Z.	teilw.	reduz.	n. 3 Tag.	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	0,20	1,11	o. B.
2.	M.Z.	ganz	reduz.	n. 4 Tag.	Niederschl. deutlich, klar abgegrenzt	0,16	0 94	Hyperämie
3.	M.Z.	ganz	reduz.	n. 3 Tag.	Niederschl. deutlich, klar abgegrenzt	0.08	0.23	o. B.
4.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 8 Tag.	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	0.62	0.31	o. B.
5.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 8 Tag.	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	0.76	0.62	o. B.

Schliff.

Milchmolar. Imprägniert mit ammoniakalischer Silbernitratlösung; reduziert mit Eugenol. Sofort extrahiert.

Schnitt.

Milchmolar, gefärbt mit Hämatoxylin Eosin. Imprägniert mit ammoniakalischer Silbernitratlösung, reduziert mit Eugenol; extrahiert nach 3 Tagen.

B. Imprägnierungen mit ammonikalischer Silbernitratlösung.

	Zahn	Excav.	Redukt.	Extrakt.	Imprägnierung Befund	Stärke in mm	Abstand v. Pulpa	Befund der Pulpa
1.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 8 Tag.	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	0,47	0,16	Leukozyten-ansammlung
2.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 1 Tag	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	0,76	0,31	Hyperämie
3.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 2 Tag.	Niederschl. intensiv, klar abgegrenzt	1 10	0,62	Hyperämie
4.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 9 Tag.	Niederschl. deutlich, klar abgegrenzt	0,10	0,88	o. B.
5.	M.Z.	ganz	reduz.	n. 5 Tag.	Niederschlag kaum, aber klar abgegrenzt	0,02	0,80	o. B.
6.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 3 Tag.	Niederschl. intensiv. scharf abgegrenzt	0,89	1,60	o. B. Gefäße erweitert wegen eingetretener Resorption der Wurzel
7.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 4 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	1,78	0,08	Leukozyten-ansammlung
8.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 4 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	0,88	0,23	o. B.
9.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 4 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	0,62	0,62	o. B.
10.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 4 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	0,23	0,94	o. B.
11.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 8 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	0,62	0,47	o. B.
12.	M.Z.	teilw.	reduz.	n. 8 Tag.	Niederschl. intensiv, scharf abgegrenzt	0,55	0,08	Leukozyten-ansammlung

Bei Anwendung reiner Silbernitratlösung (Tabelle II A) zeigen die Schnitte in einem Falle Veränderunden der Pulpa, wo angenommen werden kann, daß diese auf das Imprägnierungsmittel zurückzuführen sind. Der Niederschlag ist zwar stark abgegrenzt und relativ weit von der Pulpa entfernt, jedoch ist das Dentin stark entmineralisiert, so daß es gut möglich ist, daß Spuren von Säuren bis zur Pulpa vorgedrungen sind.

Demgegenüber könnten die 4 negativen Befunde in der letzten Tabelle (II B) überraschen. Es handelt sich hier aber

um Zähne mit äußerst stark fortgeschrittener Karies (kariöses Dentin bis zur Pulpa) oder mit bereits stark resorbierten Wurzeln, so daß als sicher angenommen werden kann, daß hier die Veränderungen der Pulpa bereits vor der Imprägnierung bestanden haben. Die Niederschläge sind trotz großer Pulpanähe klar abgegrenzt. Mit der ammoniakalischen Silbernitratlösung wurden absichtlich die am meisten zerstörten Zähne behandelt, wobei natürlich klinisch schwer feststellbar war, ob die Pulpa nicht bereits erkrankt war. In den zahlreichen übrigen Fällen waren die Pulpen ohne Befund. Auch hier waren durchweg klar abgegrenzte und meist intensive Niederschläge festzustellen.

Die erst nach einigen Tagen extrahierten Zähne unterschieden sich in keiner Weise von den sofort entfernten. Klinische Beschwerden waren in keinem Falle feststellbar.

Abschließend ist noch das Verhalten des Imprägnierungsmittels zur Mundschleimhaut in Bezug auf die Gefahr von Verätzungen zu erwähnen. In zahlreichen Fällen war es unvermeidlich, daß bei der Imprägnierung Lösung mit der Mundschleimhaut in Berührung kam. Während bei Verwendung von Silbernitratlösung doch immerhin mehr oder weniger starke Verätzungen auftraten, waren die Schleimhautverätzungen durch ammoniakalische Silbernitratlösung nahezu bedeutungslos. Vor allem ist es von großem Vorteil, daß sich die ammoniakalische Lösung bei der Reduktion gleich durch einen starken dunkeln Belag auf der Schleimhaut anzeigt, der leicht mit Alkohol abgewaschen werden kann. Außerdem spürt der Patient gleich nach der Benetzung ein leichtes Brennen, was nach starkem Touschieren mit Alkohol verschwindet, womit dann auch die Gefahr einer Verätzung beseitigt ist. Ein Einfetten der umgebenden Schleimhautpartien vor der Applikation, wie dies z. B. bei Verwendung von Tiranal der Fall ist, erübrigt sich bei der ammoniakalischen Silbernitratlösung.

Zusammenfassung.

Die ammoniakalische Silbernitratlösung liefert bei anschließender Reduktion mit Eugenol einen deutlichen in Richtung auf die Pulpa scharf abgegrenzten Silberniederschlag, der vor allem in erweichtem und kariösem Dentin sehr intensiv ist. Gerade in tiefen Cavitäten mit fortgeschrittener Karies bildet sich ein starker Silberniederschlag, der jedes weitere Vordringen der Bakterien verhindert und auch jeden Nachschub von Außen unterbindet. Aeußerst wichtig aber ist es, daß man in diesen fortgeschrittenen Fällen vor der Applikation sicher weiß, daß die Pulpa noch nicht in Mitleidenschaft gezogen ist.

Auf Grund der dargelegten vorteilhaften Ei genschaften (leichte Anwendung, gute Imprägnierungsfähigkeit, Unschädlichkeit in Bezug auf die Pulpa, keine große Verätzungsgefahr für die Mundschleimhaut, große Wirtschaftlichkeit), stellt die ammoniakalische Silbernitratlösung für die Milchzahnbehandlung ein geradezu ideales Imprägnierungsmittel dar. Der Nachteil der Verfärbungen ist hier von geringer Bedeutung. In Fällen, in welchen diese Verfärbungen weniger störend wirken, aus wirtschaftlichen Gründen, oder da, wo eine möglichst schnelle und einfache Imprägnierungsmethode geboten erscheint, dürfte sie auch vielfach bei der Behandlung Erwachsener Anwendung finden.

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. E. Wannenmacher für die Ueberlassung des Themas, die Uebernahme des Referats sowie für die freundliche Unterstützung meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. von Spreter für die Unterstützung bei den Untersuchungen im Laboratorium.

Literatur.

Davidoff, Sl.: Einiges über Tiranal. Z.R. 19932, Nr. 35.

Euler-Meyer: Pathohistologie der Zähne. Verlag Bergmann, München 1927.

Jung, Berlin: Imprägnation statt Excavation bei Caris profunda. Z.R. 1932, Nr. 5.

Lehner, R.: Die praktische Anwendung des Tiranals in der Zahnheilkunde. Vierteljahresschrift für Zhlkde. 1933, Heft 3.

Naupert, J.: Ueber Tiranal. Diss. Leipzig 1932.

Schröder, H.: Neue Wege zur Behandlung der Caries profunda.. Z.R. 1931, Nr. 36.

Stark, W.: Ueber Tiranal. Z.R. 1932, Nr. 12.

Vonhaus, O.: Einiges über Tiranal. Z.R. 1932, Nr. 40.

Wannenmacher, E.: Fragestellungen auf dem Gebiete der Zahnerhaltungkunde. D.z.W. 1933, Nr. 31.

— Diffussionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen, insbesondere im Zahnschmelz. Monatsschrift für deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 1938, Heft 1.

— Die Pulpa-- und Wurzelbehandlung, ihre Indikation und Grenzen. D.z.W. 1938, Nr. 6—8.

— Aufgaben und Ziele der Zahnerhaltungskunde, Sonderdruck der Z.M. (9. Deutscher Zahnärztetag., Oktober 1938.

Wilhelm, H.: Klinische Beiträge zur Tiranalbehandlung. Diss. Leipzig 1933.

Lebenslauf.

Ich, Hans Lederle, bin am 12. August 1909 in Freiburg i. Br. geboren. An der dortigen Oberrealschule legte ich im Frühjahr 1929 die Reifeprüfung ab. Ab S. S. 1930 studierte ich an der Universität Freiburg Zahnheilkunde, wo ich im Herbst 1934 meine Approbation erhielt. Anschließend trat ich als Freiwilliger für ein Jahr in das Heer ein. Danach war ich zunächst ein halbes Jahr Volontärassistent an der Freiburger Universitätszahnklinik, dann Assistent und Vertreter in verschiedenen Praxen. Seit Juli 1937 bin ich bei der NSV.-Jugendzahnpflege tätig.